

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

21.10.2004

REC'D 09 DEC 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月18日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-326563  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-326563]

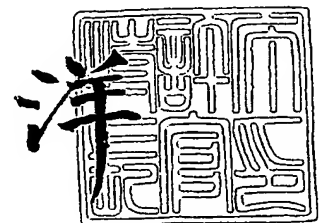
出願人 トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s): 三菱アルミニウム株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年11月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1033659  
【提出日】 平成15年 9月18日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 C22C 23/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 北野 智靖  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社 技術開  
    発センター内  
    【氏名】 大堀 紘一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社 技術開  
    発センター内  
    【氏名】 中浦 祐典  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社 富士製  
    作所内  
    【氏名】 松山 晴俊  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003207  
    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000176707  
    【氏名又は名称】 三菱アルミニウム株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100099759  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 青木 篤  
    【電話番号】 03-5470-1900  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100077517  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 石田 敬  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100087413  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 古賀 哲次  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100082898  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 西山 雅也  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 209382  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0306635

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

質量%で下記の組成：

Al：6%を超え10%以下、

Ca：1.8～5%、

Sr：0.05～1.0%、

Mn：0.1～0.6%、および

残部：Mg および不可避不純物

から成り、かつ、

Al含有量に対するCa含有量の比 $Ca/Al$ が0.3～0.5である

ことを特徴とするダイカスト用耐熱マグネシウム合金。

## 【請求項 2】

Ca：2%を超え5%以下であることを特徴とする請求項1記載のダイカスト用耐熱マグネシウム合金。

## 【請求項 3】

Ca：2.5～3.5%であることを特徴とする請求項1記載のダイカスト用耐熱マグネシウム合金。

## 【請求項 4】

請求項1から3までのいずれか1項に記載のマグネシウム合金から成るダイカスト製品

。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】ダイカスト用耐熱マグネシウム合金および同合金のダイカスト製品

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、ダイカスト用耐熱マグネシウム合金および同合金のダイカスト製品に関する。

## 【背景技術】

【0002】

近年、車両軽量化の要請に対応すべく、実用金属中で最軽量であるマグネシウム合金の適用拡大が望まれている。しかしながら、従来のダイカスト用マグネシウム合金は、高温時の変形が大きく、特に高温環境（120℃以上）に曝されるボルト締結部を有する部品への適用は進んでいない。これまで、種々のダイカスト用耐熱マグネシウム合金が開発されてきてはいるが、耐熱性（高温強度、耐クリープ性）と铸造性（ダイカスト時の割れ防止性、焼付き防止性）を同時に向上させることができず、適用範囲に限界があった。

【0003】

そこで、耐熱性と铸造性を両立させるために、例えば、特許文献1（特開2001-316752号公報）には、Al: 2~6質量%、Ca: 0.3~2質量%、Sr: 0.01~1質量%、Mn: 0.1~1質量%、および残部: Mgおよび不可避不純物から成るダイカスト用マグネシウム合金が提案されている。これにより、耐熱性と铸造性を同時に向上させることが可能になり適用範囲が拡大された。

【0004】

しかし、上記提案のマグネシウム合金であっても、要請される適用範囲を十分にカバーすることはできないため、更に耐熱性と铸造性の組合せを向上させたダイカスト用耐熱マグネシウム合金の開発が望まれていた。

【0005】

【特許文献1】特開2001-316752号公報（特許請求の範囲）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、耐熱性と铸造性を同時に向上させて、適用範囲を拡大したダイカスト用耐熱マグネシウム合金および同合金のダイカスト製品を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明によれば、質量%で下記の組成：

Al: 6%を超え10%以下、

Ca: 1.8~5%、

Sr: 0.05~1.0%、

Mn: 0.1~0.6%、および

残部: Mgおよび不可避不純物

から成り、かつ、

Al含有量に対するCa含有量の比Ca/Alが0.3~0.5であることを特徴とするダイカスト用耐熱マグネシウム合金が提供される。

【0008】

本発明は更に、上記マグネシウム合金から成るダイカスト製品をも提供する。

## 【発明の効果】

【0009】

本発明の特徴は、AlとCaの含有量の比Ca/Alを所定の範囲内に制限したことにより、従来は不適切とされていた高含有量までAlとCaを添加しても特性劣化を起こすことなく、耐熱性と铸造性の組合せを従来の限界を超えて向上させた点にある。

【0010】

例えば、前記特許文献1（特開2001-316752号公報）では、Al含有量の上限を6質量%、Ca含有量の上限を2質量%に限定している。限定の理由は、Al含有量については6質量%を超えるとクリープ特性が急激に低下するからであり、また、Ca含有量については2質量%を超えると鑄造割れが生じ易くなるからである、と説明されている（同公報段落0010～0012参照）。

#### 【0011】

これに対して本発明者は、Al含有量に対するCa含有量の比 $Ca/Al$ を0.3～0.5の範囲に限定すれば、上記公報の上限を超えてAlおよびCaを添加しても、高Al化によるクリープ特性低下も高Ca化による鑄造割れも起こすことなく、高Al化の主効果である高温強度および鑄造性の向上と、高Ca化の主効果である耐クリープ性の向上とを同時に達成することができることを新規に見出した。本発明はこの新規な知見に基づいて完成したものである。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

本発明のダイカスト用耐熱マグネシウム合金の組成は、下記の理由により組成を限定した。なお、本明細書中では、特に断らない限り、成分含有量の表示における「%」は「質量%」の意である。

#### 【0013】

〔Al: 6%を超え10%以下〕

Alは、Al-Ca系、Al-Sr系、Mg-Al系の金属間化合物を形成して分散強化（特に粒界強化）により室温および高温での強度を高める。また、合金の融点（液相線）を低下させて溶湯の流動性を高め、鑄造性を向上させる。本発明においては、所定範囲内の $Ca/Al$ 比の下において、6%を超えてAlを存在させることにより、従来の限界を超えて室温および高温の強度を高めながら、良好な鑄造性を確保することができる。ただし、 $Ca/Al$ 比を本発明の所定範囲内に制限しても、Alが過剰に存在すると耐クリープ性（高温軸力保持特性）が低下するので、Al含有量の上限は10%とする。

#### 【0014】

〔Ca: 1.8%～5%〕

Caは、Al-Ca系の金属間化合物による粒界強化により室温および高温での耐力を向上させると同時に、特に耐クリープ性（高温軸力保持特性）を高める。本発明においては、所定範囲内の $Ca/Al$ 比の下において、Ca含有量を1.8%～5%とすることにより、Alとの共存において耐力および耐クリープ性を従来の限界を超えて高めることができる。ただし、 $Ca/Al$ 比を本発明の所定範囲内に制限しても、Caが過剰に存在するとダイカスト鑄造時に割れや焼付きが発生し易くなるので、Ca含有量の上限を5%とする。Ca含有量は、望ましくは2%を超え5%以下であり、更に望ましくは2.5～3.5%である。

#### 【0015】

〔Al含有量に対するCa含有量の比 $Ca/Al$ : 0.3～0.5〕

本発明においては、 $Ca/Al$ 比をこの範囲内に制限したことにより、高Alによる耐クリープ性の低下や高Caによる鑄造性の劣化を生ずることなく、従来の限界を超えてAl含有量およびCa含有量を増加させることが可能となり、それにより従来より更に高温強度および耐クリープ性を高めつつ、良好な鑄造性を確保できる。高い耐クリープ性を安定に確保するためには $Ca/Al$ 比を0.3以上とする必要があり、ダイカスト鑄造時の割れ発生を安定して低減するためには $Ca/Al$ 比を0.5以下にする必要がある。

#### 【0016】

〔Sr: 0.05%～1.0%〕

Srは、鑄造割れ防止と耐クリープ性確保の効果を更に高めるために添加する。この効果を得るにはSrを0.05%以上添加する必要があり、添加量の増加に応じて効果も大きくなるが、1.0%を超えて添加しても効果はほとんど増大しなくなる。

#### 【0017】

〔Mn: 0.1%~0.6%〕

Mnは良好な耐食性を確保するために添加する。この効果を得るためにはMn含有量を0.1%以上とする必要がある。ただし、Mnが過剰に存在するとMn単相が析出して脆化するので、Mn含有量の上限を0.6%とする。

【0018】

本発明の耐熱マグネシウム合金は特にダイカスト用に限定する。ダイカスト加工を行なうことにより、Al-Ca系やAl-Sr系の金属間化合物から構成される微細なネットワークが形成され、良好な耐熱性を確保できる。

【0019】

本発明の合金をダイカスト加工に適用して製品を得るための基本的な工程は下記のとおりである。

【0020】

合金地金→坩堝投入(\*1)→溶解→温度調整→ダイカスト(\*2)→製品取り出し

\*1) 坩堝は鉄製を使用する。

【0021】

\*2) ダイカストは、コールドチャンバー、ホットチャンバー等による。

【0022】

本発明のダイカスト用耐熱マグネシウム合金は、例えば自動車エンジンの部品のうち特にオイルパン、ヘッドカバーなどの他、トランスミッションケース等の耐熱性を必要とする部品に適用すると特に有利である。

【実施例】

【0023】

表1に示す組成のMg合金を、135Tonコールドチャンバーダイカストマシンを用い、下記条件にてダイカスト鑄造した。

【0024】

<ダイカスト鑄造条件>

型の形状・寸法: 70w×150L (ゲート側から3、2、1t) …平板  
15φ×120L…丸棒

型予熱: 200℃

鑄造温度: 700~720℃

鑄造雰囲気: 1%SF<sub>6</sub> + CO<sub>2</sub>

得られた各合金サンプルについて、引張試験(試験温度: 室温(RT)、150℃)、鑄造時割れ長さ、高温軸力保持特性を測定した。高温軸力保持特性としては、下記の条件により軸力保持率を測定した。測定結果を表2および表3に一括して示す。

【0025】

<高温軸力保持率の測定条件>

初期軸力: 808kN、保持温度: 150℃、保持時間: 300時間

保持率: 高温保持前後の軸力を室温で測定し、軸力残存率として算出

また、図1に個々の合金サンプルの高温軸力保持率、図2に高温軸力保持率とCa/Al比との関係、図3に鑄造割れ長さとはCa/Al比との関係をそれぞれグラフで示す。

【0026】

特に、図2の結果から、高温軸力保持率はCa/Al比の増加に伴い増加し、実用上必要である軸力保持率70%以上を確保するには、Ca/Al比 $\geq 0.3$ が必要であることが分かる。

【0027】

また図3の結果から、鑄造割れ長さはCa/Al比の増加に伴い増加し、実用上必要である割れ長さ600mm以下を確保するためには、Ca/Al比 $\leq 0.5$ が必要であることが分かる。

【0028】

以上の結果から、各成分の含有量が本発明の範囲内であって、かつ、Ca/Al比も本

発明の範囲内である場合にのみ、鑄造割れを安定して低減しながら、強度（室温、高温）および耐クリープ性（高温軸力保持率）を向上できることが分かる。

【0029】

【表1】

表1

No.	名前	分析値 (wt%)				Ca/Al
		Al	Ca	Sr	Mn	
1	M310101	3.03	1.01	0.11	0.11	0.33
2	M310203	2.95	0.96	0.22	0.31	0.33
3	M310506	3.16	1.02	0.51	0.62	0.32
4	M320103	3.10	2.04	0.13	0.30	0.66
5	M320206	3.24	2.06	0.23	0.64	0.64
6	M320501	3.09	1.99	0.50	0.11	0.64
7	M330106	3.30	2.87	0.12	0.64	0.87
8	M330201	3.10	3.09	0.22	0.12	1.00
9	M330503	3.18	3.13	0.54	0.31	0.98
10	M510103	5.19	1.04	0.11	0.31	0.20
11	M510206	5.31	1.04	0.25	0.64	0.20
12	M510501	5.13	1.02	0.52	0.11	0.20
13	M520106	5.34	2.06	0.11	0.62	0.39
14	M520201	4.99	2.05	0.22	0.10	0.41
15	M520503	5.12	2.09	0.54	0.33	0.41
16	M530101	5.26	3.22	0.12	0.13	0.61
17	M530203	5.00	3.03	0.22	0.32	0.61
18	M530506	5.32	3.11	0.54	0.63	0.58
19	M710106	7.28	1.06	0.12	0.58	0.15
20	M710201	7.16	1.10	0.23	0.13	0.15
21	M710503	7.08	1.09	0.51	0.33	0.15
22	M720101	7.22	1.98	0.12	0.12	0.27
23	M720203	6.99	2.06	0.23	0.29	0.29
24	M720506	7.33	2.10	0.54	0.57	0.29
25	M730103	6.98	3.08	0.12	0.29	0.44
26	M730206	7.32	3.08	0.22	0.58	0.42
27	M730501	7.19	3.13	0.52	0.11	0.44

【0030】



【表 2】

表 2

No.	耐力 (MPa)		引張強さ (MPa)	
	RT	150	RT	150
1	133	118	195	144
2	119	115	196	145
3	143	127	198	169
4	165	134	186	170
5	164	137	204	176
6	166	133	187	161
7	186	148	203	179
8	193	145	217	177
9	199	154	200	170
10	146	129	209	163
11	148	133	234	173
12	148	127	220	169
13	155	142	227	182
14	156	135	188	172
15	165	143	207	175
16	177	149	206	195
17	172	146	218	186
18	181	154	215	198
19	160	132	244	178
20	158	133	232	179
21	160	136	234	178
22	174	145	230	189
23	166	146	229	182
24	174	148	217	190
25	176	152	234	197
26	173	156	236	203
27	177	155	231	204

【0031】

【表 3】

表 3

No.	割れ長さ	保持率
	mm	300h 後
1	2770	55.90
2	3500	61.90
3	2310	63.43
4	2614	70.36
5	1174	70.26
6	1694	79.79
7	792	74.79
8	1852	81.62
9	3098	77.59
10	514	52.73
11	386	48.39
12	544	62.13
13	512	67.71
14	558	78.26
15	346	81.70
16	744	80.69
17	1020	77.39
18	842	80.16
19	0	15.70
20	10	21.43
21	8	30.42
22	300	62.34
23	548	61.38
24	314	68.00
25	456	79.83
26	134	81.61
27	230	88.89

## 【産業上の利用可能性】

【0032】

本発明によれば、耐熱性と鋳造性とを同時に向上させて、従来よりも広い用途範囲に適用可能なダイカスト用耐熱マグネシウム合金が提供される。

## 【図面の簡単な説明】

【0033】

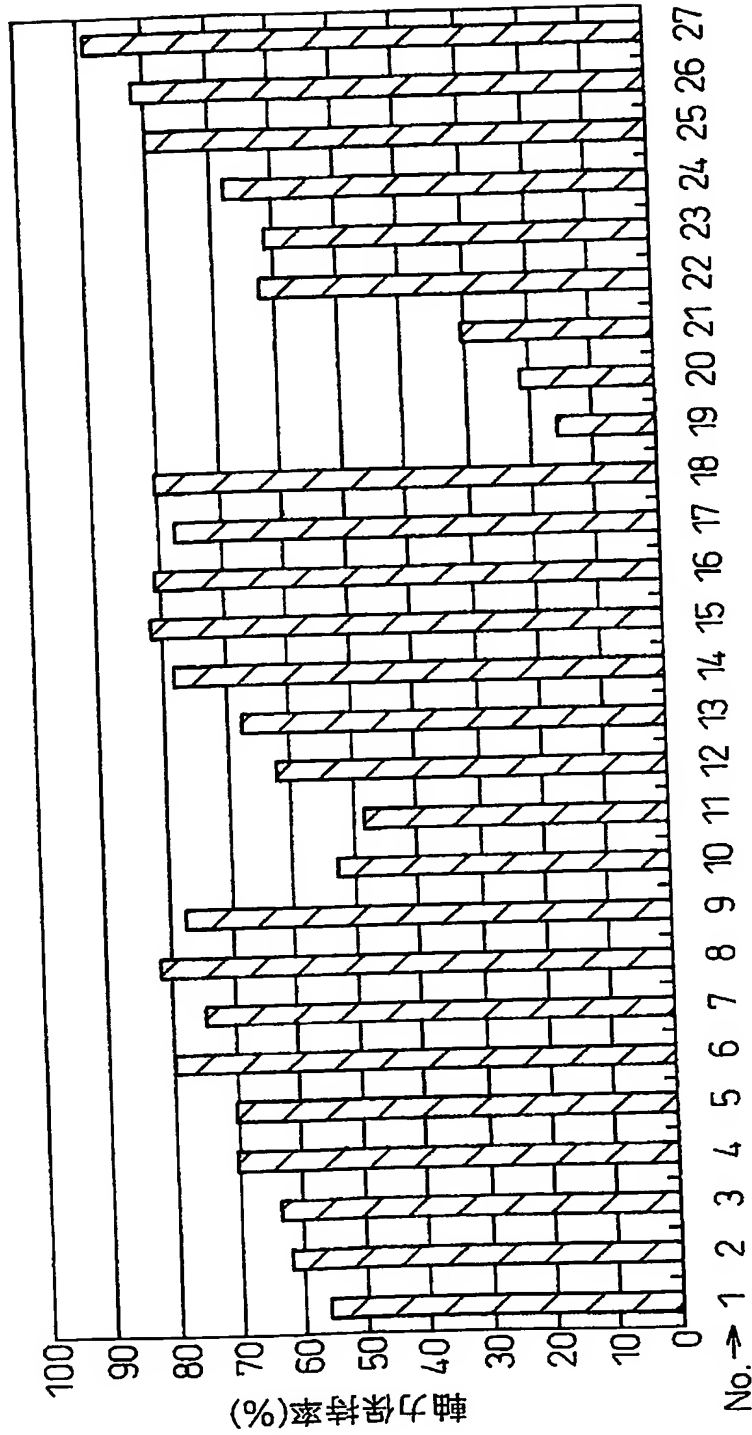
【図 1】 図 1 は、各種 Mg 合金の高温軸力保持率を比較して示すグラフである。

【図 2】 図 2 は、高温軸力保持率と Ca / Al 比との関係を示すグラフである。

【図 3】 図 3 は、鋳造割れ長さと Ca / Al 比との関係を示すグラフである。

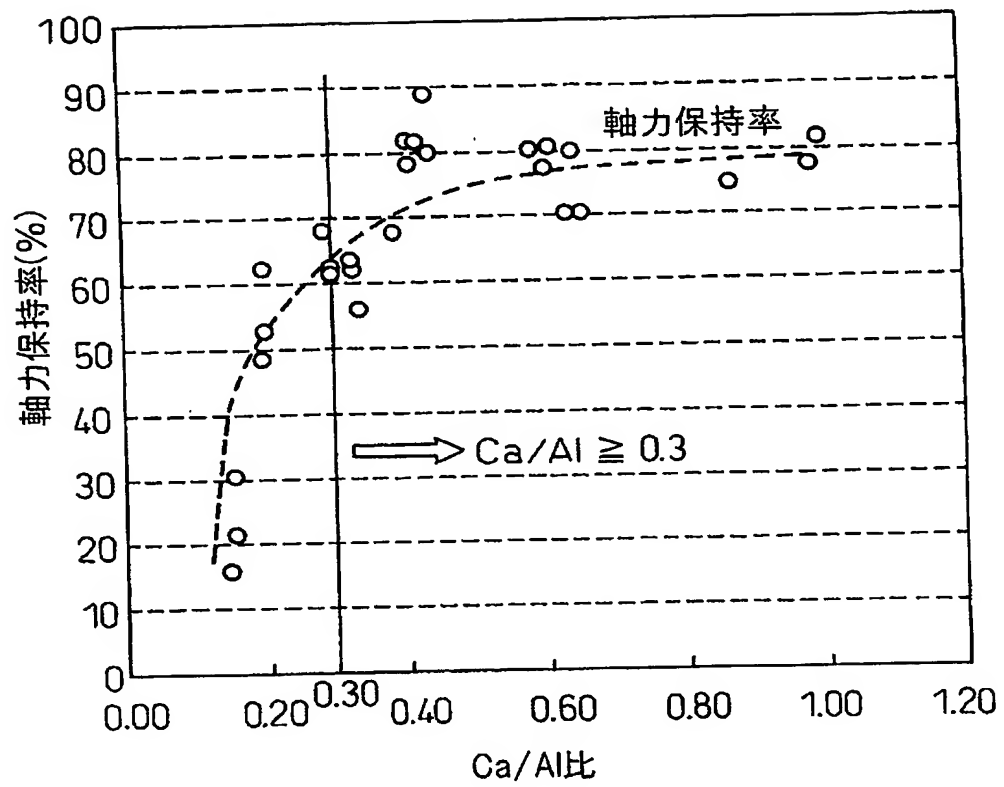
【書類名】図面  
【図 1】

図 1



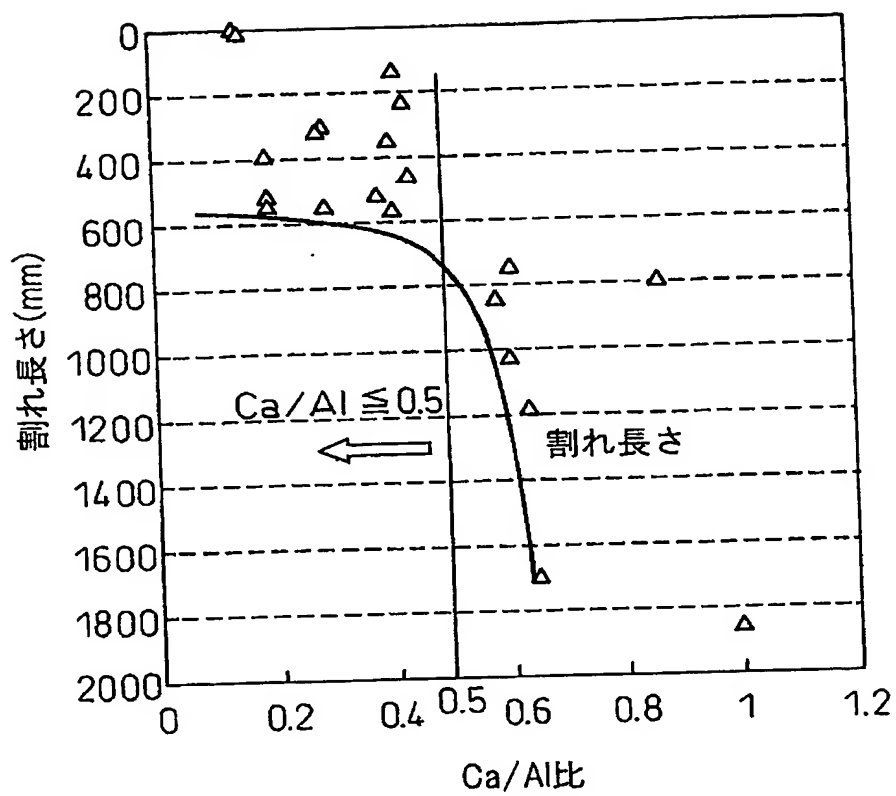
【図 2】

図 2



【図 3】

図 3



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 耐熱性と鋳造性を同時に向上させて、適用範囲を拡大したダイカスト用耐熱マグネシウム合金および同合金のダイカスト製品を提供する。

【解決手段】 質量%で下記の組成：

Al：6%を超え10%以下、

Ca：1.8～5%、

Sr：0.05～1.0%、

Mn：0.1～0.6%、および

残部：Mgおよび不可避不純物

から成り、かつ、

Al含有量に対するCa含有量の比 $Ca/Al$ が0.3～0.5であることを特徴とするダイカスト用耐熱マグネシウム合金。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 3 - 3 2 6 5 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

特願 2 0 0 3 - 3 2 6 5 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 7 6 7 0 7 ]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

新規登録

東京都港区芝 2 丁目 3 番 3 号

三菱アルミニウム株式会社